



DEUTSCHES

PATENT- UND
MARKENAMT

(12) Offenlegungsschrift
(10) DE 199 41 023 A 1

(51) Int. Cl.⁷:
G 01 F 23/24
G 01 R 1/20

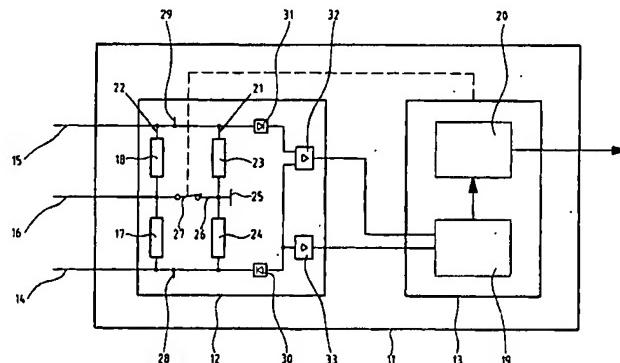
(71) Anmelder:
GESTRA GmbH, 28215 Bremen, DE

(72) Erfinder:
Klattenhoff, Jürgen, 27749 Delmenhorst, DE;
Schmitz, Günter, 26121 Oldenburg, DE; Schröter,
Holger, 27321 Morsum, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Messwandler für Füllstandssensoren

(57) Messwandler (11) für Füllstandssensoren (4), die eine Messelektrode (6) und eine Kompensationselektrode (9) aufweisen. Der Messwandler (11) weist eine Brückenschaltung auf, deren einer Brückenzweig (21) durch zwei in Reihe geschaltete Prüfwiderstände (23, 24) gebildet wird. Der andere Brückenzweig (22) wird durch den Messwiderstand (17) an der Messelektrode (6) und den Kompensationswiderstand (18) an der Kompensationselektrode (9) gebildet. Zwischen beiden Brückenzweigen (21, 22) ist eine Diagonalleitung (26) mit einem Prüfschalter (27) vorgesehen. Es wird von der Auswerteeinrichtung (13) des Messwandlers (11) so gesteuert, dass die Diagonalleitung (26) außerhalb vorgegebener Prüfzeiten geschlossen und zu vorgegebenen Prüfzeiten unterbrochen ist. Das zwischen beiden Prüfwiderständen (23, 24) gelegene Ende der Diagonalleitung (26) ist mit dem Grundpotential (25) der Mess-Schaltung (12) verbunden. Die Widerstände (17, 18, 23, 24) sind so ausgebildet, dass bei geschlossenem Prüfschalter (27) der zweite Brückenzweig (22) die Brückenverstimmung bestimmt, während bei geöffnetem Prüfschalter (27) die Brückenverstimmung durch ersten Brückenzweig (21) bestimmt und so eine Grenzwertunterschreitung simuliert wird. Bei nicht entsprechendem Signal der Mess-Schaltung (12) gibt die Auswerteeinrichtung (13) ein Fehlersignal aus. Auf diese Weise prüft der Messwandler (11) selbsttätig seine Funktionsfähigkeit.



Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Steuergerät der im Oberbegriff des Hauptanspruches spezifizierten Art.

In Behältern, z. B. in Dampfkesseln, kann das Absinken des Füllstandes der elektrisch leitenden Flüssigkeit unter einen unteren Grenzwert zu gefährlichen Betriebszuständen führen. In solchen Anlagen muss daher der Füllstand der Flüssigkeit auf Grenzwertunterschreitung überwacht werden.

Für derartige sicherheitsrelevante Überwachungen des Füllstandes finden bevorzugt Füllstandssensoren mit einer Messelektrode und einer Kompensationselektrode Verwendung. Beide Elektroden wirken mit einer Gegenelektrode zusammen. Die Messelektrode dient der eigentlichen Überwachung des Füllstandes. Die Kompensationselektrode ist vorhanden, um fehlerhafte Signale zu unterbinden, die anderfalls, durch sich eventuell bildende elektrisch leitende Niederschläge oder Belege auf den Füllstandssensoren verursacht werden könnten. Als Gegenelektrode kann beispielsweise eine die anderen beiden Elektroden mit Abstand umgebendes elektrisch leitendes Rohr vorgesehen sein (US PS 3 910 118). Es ist aber durchaus auch üblich, den elektrisch leitenden Behälter als Gegenelektrode fungieren zu lassen (DE PS 25 31 915). Die Füllstandssensoren sind zur Bildung des Füllstandssignals bei Grenzwertunterschreitung an Messwandler angeschlossen.

In einigen Einsatzfällen besteht die Forderung, die Messwandler selbstüberwachend auszubilden, siehe beispielsweise die "Technischen Regeln für Dampfkessel" (TRD 604). Die Messwandler sollen in vorgegebenen Zeitabständen selbsttätig ihre Fähigkeit prüfen, bei auftretender Grenzwertunterschreitung zuverlässig das entsprechende Alarmsignal geben zu können.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Messwandler der eingangs genannte Art zu schaffen, in dem solche Selbstüberwachung erfolgt.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Während der Überwachung des Füllstandes im Behälter ist der Prüfschalter geschlossen, also auf Durchgang geschaltet. Der sich im Behälter ausbildende Messwiderstand sowie der Kompensationswiderstand bestimmen die Brückenzurverstimmung und damit das Ausgangssignal des Messwandlers. Bei einer Grenzwertunterschreitung gibt der Messwandler ein entsprechendes Füllstandssignal aus. Liegt der Füllstand oberhalb des Grenzwertes, wird dies vom Messwandler signalisiert. Zu vorgegebenen Zeitpunkten prüft der Messwandler seine Funktionsfähigkeit darauf, ob im Falle einer Grenzwertunterschreitung des Füllstandes ein entsprechendes Füllstandssignal erzeugt werden könnte. Hierzu wird der Prüfschalter geöffnet. Der Messwiderstand und der Kompensationswiderstand sind dann für die Brückenzurverstimmung nicht von Bedeutung. Sie wird vielmehr durch die beiden Prüfwiderstände bestimmt, die den Zustand "Grenzwertunterschreitung" simulieren. Bei der Prüfung muss in der Auswerteeinrichtung das Füllstandssignal "Flüssigkeitsmangel" gebildet werden können. Ist dies nicht der Fall, liegt ein Fehler vor und der Messwandler gibt ein entsprechendes Fehlersignal aus. Die Prüfung ist unabhängig von der Leitfähigkeit der Flüssigkeit im Behälter.

Die Merkmale des Anspruches 2 wirken sich sehr vorteilhaft auf die Generierung eines ausgeprägten Füllstandssignals aus. Die Merkmale des Anspruches 3 bewirken eine besonders starke Verstimmung der Brückenschaltung, wenn die Messelektrode in die Flüssigkeit eingetaucht ist. Diese starke Verstimmung ist entgegengesetzt zu der durch die Prüfwiderstände definierten Brückenzurverstimmung. Die Si-

gnalbildung ist unabhängig von eventuellen Schwankungen oder Unterschieden der Versorgungsspannung des Messwandlers.

Die Weiterbildung des Messwandlers nach Anspruch 4 weist eine besonders vorteilhafte Ermittlung der Brückenzurverstimmung und der Signalbildung auf. Das gewonnene Signal ist unabhängig von eventuellen Schwankungen in der Speisespannung der Mess-Schaltung. Die Signalbildung mit digitalen Mitteln wird gleichfalls erleichtert.

10 Die Steuerung der Prüfungen sowie die Signalbildung lässt sich besonders vorteilhaft entsprechend Anspruch 5 realisieren.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung schematisiert dargestellt und wird im Folgenden näher beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 den Messwandler, der an den Füllstandssensor eines Behälters angeschlossen ist und

Fig. 2 den Messwandler in detaillierterer Darstellung.

Fig. 1 zeigt einen Behälter 1, in dem der Füllstand 2 einer darin befindlichen elektrisch leitenden Flüssigkeit 3 mit einem Füllstandssensor 4 überwacht werden soll. Der Füllstandssensor 4 weist eine im Behälter 1 bis zu einem vorgegebenen unteren Grenzwert 5 hinabreichende Messelektrode 6 auf. Im Bereich der Behälterwand 7 ist die Messelektrode 6 von einer Isolation 8 umgeben, die wiederum von einer Kompensationselektrode 9 umgeben ist. Die Kompensationselektrode 9 ist zum einen durch die Isolation 8 elektrisch gegen die Messelektrode 6 und zum anderen durch eine weitere Isolation 10 gegen die Behälterwand 7 elektrisch isoliert.

Ein elektronischer Messwandler 11 weist eine Mess-Schaltung 12 und eine Auswerteeinrichtung 13 auf. Die Mess-Schaltung 12 ist über eine erste Leitung 14 mit der Messelektrode 6 und über eine zweite Leitung 15 mit der Kompensationselektrode 9 des Füllstandssensors 4 elektrisch leitend verbunden. Die Behälterwand 7 fungiert als Gegenelektrode für die Messelektrode 6 und die Kompensationselektrode 9. Sie ist zu dieser Zweck über eine dritte Leitung 16 an die Mess-Schaltung 12 angeschlossen.

40 Entsprechend dem umgebenden Medium – Flüssigkeit oder gasförmiges Medium – bildet sich zwischen der Messelektrode 6 und der Behälterwand 7 ein elektrischer Messwiderstand 17 und zwischen der Kompensationselektrode 9 und der Behälterwand 7 ein Kompensationswiderstand 18 aus. In Fig. 1 sind sie symbolisch in Strichellinie dargestellt.

Die Auswerteeinrichtung 13 weist einen Analog-Digital-Wandler 19 und einen Mikroprozessor 20 auf (Fig. 2). Die Mess-Schaltung 12 weist eine Brückenschaltung mit zwei Brückenzweigen 21, 22 auf. Im ersten Brückenzweig 21 sind zwei Prüfwiderstände 23, 24 in Reihe geschaltet. Die Verbindung zwischen den beiden Prüfwiderständen 23, 24 ist mit dem Grundpotential 25 der Mess-Schaltung 12 verbunden. Die Leitungen 14, 15, 16 sind derart an die Mess-Schaltung 12 angeschlossen, dass der Messwiderstand 17 und der Kompensationswiderstand 18 in Reihe geschaltet sind und gemeinsam den zweiten Brückenzweig 22 bilden. Beide Brückenzweige 21, 22 sind an den Verbindungen ihrer beiden Widerstände 17, 18; 23, 24, also mittig über eine Diagonalleitung 26 miteinander verbunden, in der ein von der Auswerteeinrichtung 13 betätigter Prüfschalter 27 vorgesehen ist. Beide Brückenzweige 21, 22 sind außerdem an ihren Enden miteinander und über Versorgungsleitungen 28, 29 an eine nicht dargestellte Wechselspannungsquelle angeschlossen. An beide Enden des ersten Brückenzweiges 21 ist jeweils ein Gleichrichterglied 30, 31 angeschlossen. Jedes Gleichrichterglied 30, 31 misst die Brückenteilspannung zwischen dem jeweiligen Ende des Brückenzweiges 21 und dem Grundpotential 25 und bildet eine entsprechende

Gleichspannung. Die Gleichspannungen beider Gleichrichterglieder 30, 31 werden in einem als Summierglied nachgeschalteten ersten Operationsverstärker 32 addiert und verstärkt. Die Gleichspannung des Gleichrichtergliedes 30, das mit dem dem Messwiderstand 17 benachbarten Ende des Brückenzweiges 21 verbunden ist; wird separat in einem zweiten Operationsverstärker 33 verstärkt, und zwar um den gleichen Faktor wie die andere Gleichspannung.

Die Oberfläche der Messelektrode 6 innerhalb des Behälters 1 ist deutlich größer ausgebildet als die Oberfläche der Kompensationselektrode 9. Daher ist der Kompensationswiderstand 18 deutlich größer als der Messwiderstand 17. Dies gilt, wenn die Messelektrode 6 allein in die Flüssigkeit 3 eingetaucht ist, aber auch, wenn zusätzlich die Kompensationselektrode 9 in die Flüssigkeit 3 eingetaucht sein sollte oder sie elektrisch leitende Beläge/Niederschläge aufweist. Die Flüssigkeit 3 im Behälter 1 weist eine wesentlich größere elektrische Leitfähigkeit auf als das darüber befindliche gasförmige Medium, z. B. Luft oder Wasserdampf.

Die Widerstandswerte der beiden Prüfwiderstände 23, 24 stehen in einem Verhältnis zueinander, das kleiner ist als das Verhältnis der Widerstandswerte des Messwiderstandes 17 und des Kompensationswiderstandes 18. Dies bezieht sich auf deren Verhältnis, wenn sowohl die Messelektrode 6 als auch die Kompensationselektrode 9 in die Flüssigkeit 3 eingetaucht ist. Im ersten Brückenzweig 21 ist die Reihenfolge höherer/niedrigerer Widerstandswert allerdings konträr zur Reihenfolge der Widerstandswerte im zweiten Brückenzweig 22. Im diesem weist, wie bereits erwähnt, der Messwiderstand 17 den niedrigeren Wert und der Kompensationswiderstand 18 den höheren Wert auf. Im ersten Brückenzweig 21 weist hingegen der zum Messwiderstand 17 paralleler Prüfwiderstand 24 den höheren Widerstandswert beider Prüfwiderstände 23, 24 auf. Mit anderen Worten: Der Prüfwiderstand 24 ist um einen Faktor größer als der Prüfwiderstand 23, der kleiner ist als der Faktor, um den der Kompensationswiderstand 18 größer ist als der Messwiderstand 17.

Der Füllstand 2 im Behälter 1 soll darauf überwacht werden, ob er den vorgegebenen unteren Grenzwert 5 unterschreitet. Zur Überwachung des Füllstandes 2 wird der Prüfschalter 27 von der Auswerteeinrichtung 13 geschlossen, gesteuert durch den Mikroprozessor 20. Befindet sich der Füllstand 2 oberhalb des Grenzwertes 5, ist der sich zwischen der Messelektrode 6 und der Behälterwand 7 ausbildende Messwiderstand 17 kleiner als der sich zwischen der Kompensationselektrode 9 und der Behälterwand 7 ausbildende Kompensationswiderstand 18. Im übrigen ist der Messwiderstand 17 auch um so viel kleiner als die Prüfwiderstände 23, 24 und das Verhältnis von Messwiderstand 17 zu Kompensationswiderstand 18 um so viel größer als das Verhältnis der Prüfwiderstände 23, 24, dass der zweite Brückenzweig 22 bei der Brückenverstimmung dominiert. Er verursacht eine Brückenverstimmung, mit einer niedrigen Brückenteilspannung am Gleichrichterglied 30 und einer hohen Brückenteilspannung am Gleichrichterglied 31. Von den Gleichrichtergliedern 30, 31 gelangen entsprechende Spannungssignale über die Operationsverstärker 32, 33 in die Auswerteeinheit 13. In dem Analog-Digital-Wandler 19 werden aus den analogen Spannungssignalen der Mess-Schaltung 12 Digitalwerte gebildet, aus denen der Mikroprozessor 20 ein Füllstandsignal "Füllstand ausreichend" bildet. Hierzu wird die durch den Operationsverstärker 32 gebildete Summe beider Teilspannungen durch das aus dem Operationsverstärker 33 erholtene Spannungssignal dividiert. Eventuelle Schwankungen der über die Versorgungsleitungen 28, 29 eingespeisten Versorgungsspannung beeinflussen die Signalbildung nicht.

Unterschreitet der Füllstand 2 im Behälter 1 den Grenz-

wert 5, dann ist die Messelektrode 6 aus der Flüssigkeit 3 ausgetaucht. Der Messwiderstand 17 und der Kompensationswiderstand 18 nehmen folglich beide sehr hohe Widerstandswerte an. Sie liegen so weit über denen der Prüfwiderstände 23, 24, dass jetzt der erste Brückenzweig 21 dominiert. Da der Prüfwiderstand 23 den niedrigeren und der Prüfwiderstand 24 den höheren Widerstandswert aufweist, bewirkt der Brückenzweig 21 eine entgegengesetzte Brückenverstimmung. Die an das Gleichrichterglied 30 gelangende Brückenteilspannung ist dann höher als die am Gleichrichterglied 31 anliegende. Die Auswerteeinrichtung 13 gibt daraufhin das Füllstandsignal "Flüssigkeitsmangel".

Periodisch prüft der Messwandler 11 selbsttätig seine Funktionsfähigkeit darauf, ob im Falle einer Grenzwertunterschreitung des Füllstandes 2 zuverlässig das entsprechende Füllstandsignal gegeben werden kann. Die Prüfung erfolgt, solange der Füllstand 2 den Grenzwert 5 nicht unterschreitet, also keine Grenzwertunterschreitung vorliegt. Diese Bedingung prüft die Auswerteeinrichtung 13 über den Mikroprozessor 20 vor der Funktionsprüfung.

Zur Funktionsprüfung wird der Prüfschalter 27 von der Auswerteeinrichtung 13 so angesteuert, dass er von der Stellung "Schalter geschlossen" für eine vorgegebene Prüfdauer in die Stellung "Schalter offen" umschaltet. Während der erfolgten Unterbrechung der Diagonalleitung 26 hat der zweite Brückenzweig 22 keinen Einfluss auf die Brückenverstimmung. Diese wird während der Prüfung einzig von dem ersten Brückenzweig 21 bestimmt. Wie zuvor angegeben, simuliert der erste Brückenzweig 21 den Zustand "Grenzwertunterschreitung" und führt dementsprechend zu einer höheren Brückenteilspannung am Gleichrichterglied 30 und einer geringeren am Gleichrichterglied 31. Die von dort via Operationsverstärker 32, 33 in die Auswerteeinrichtung 13 gelangenden Spannungssignale werden vom Mikroprozessor 20 ausgewertet. Führt die Auswertung intern in der Auswerteeinrichtung 13 zu dem adäquaten Füllstandignal "Flüssigkeitsmangel", wird nach Ende der Prüfdauer der Prüfschalter 27 von der Auswerteeinrichtung 13 so angesteuert, dass er wieder schließt und die Überwachung des Füllstandes 2 fortgesetzt wird. Ein Füllstandsignal "Flüssigkeitsmangel" wird im Zuge der kurzzeitigen Prüfung von der Auswerteeinrichtung 13 nicht ausgegeben. Kommt es allerdings während der Prüfung in der Auswerteeinrichtung 13 nicht zu dem Füllstandignal "Flüssigkeitsmangel", liegt ein Fehler in dem Messwandler 11 vor und die Auswerteeinrichtung 13 gibt ein Fehlersignal aus. Eventuelle sicherheitsrelevante Funktionsfehler des Messwandlers 11 werden auf diese Weise erkannt.

Bezugszeichenliste

- 1 Behälter
- 2 Füllstand
- 3 Flüssigkeit
- 4 Füllstandsensor
- 5 Grenzwert
- 6 Messelektrode
- 7 Behälterwand
- 8 Isolation
- 9 Kompensationselektrode
- 10 Isolation
- 11 Messwandler
- 12 Mess-Schaltung
- 13 Auswerteeinrichtung
- 14 Leitung
- 15 Leitung
- 16 Leitung
- 17 Messwiderstand

18 Kompensationswiderstand	
19 Analog-Digital-Wandler	
20 Mikroprozessor	
21 Brückenzweig	5
22 Brückenzweig	
23 Prüfwiderstand	
24 Prüfwiderstand	
25 Grundpotential	
26 Diagonalleitung	10
27 Prüfschalter	
28 Versorgungsleitung	
29 Versorgungsleitung	
30 Gleichrichterglied	
31 Gleichrichterglied	
32 Operationsverstärker	15
33 Operationsverstärker	

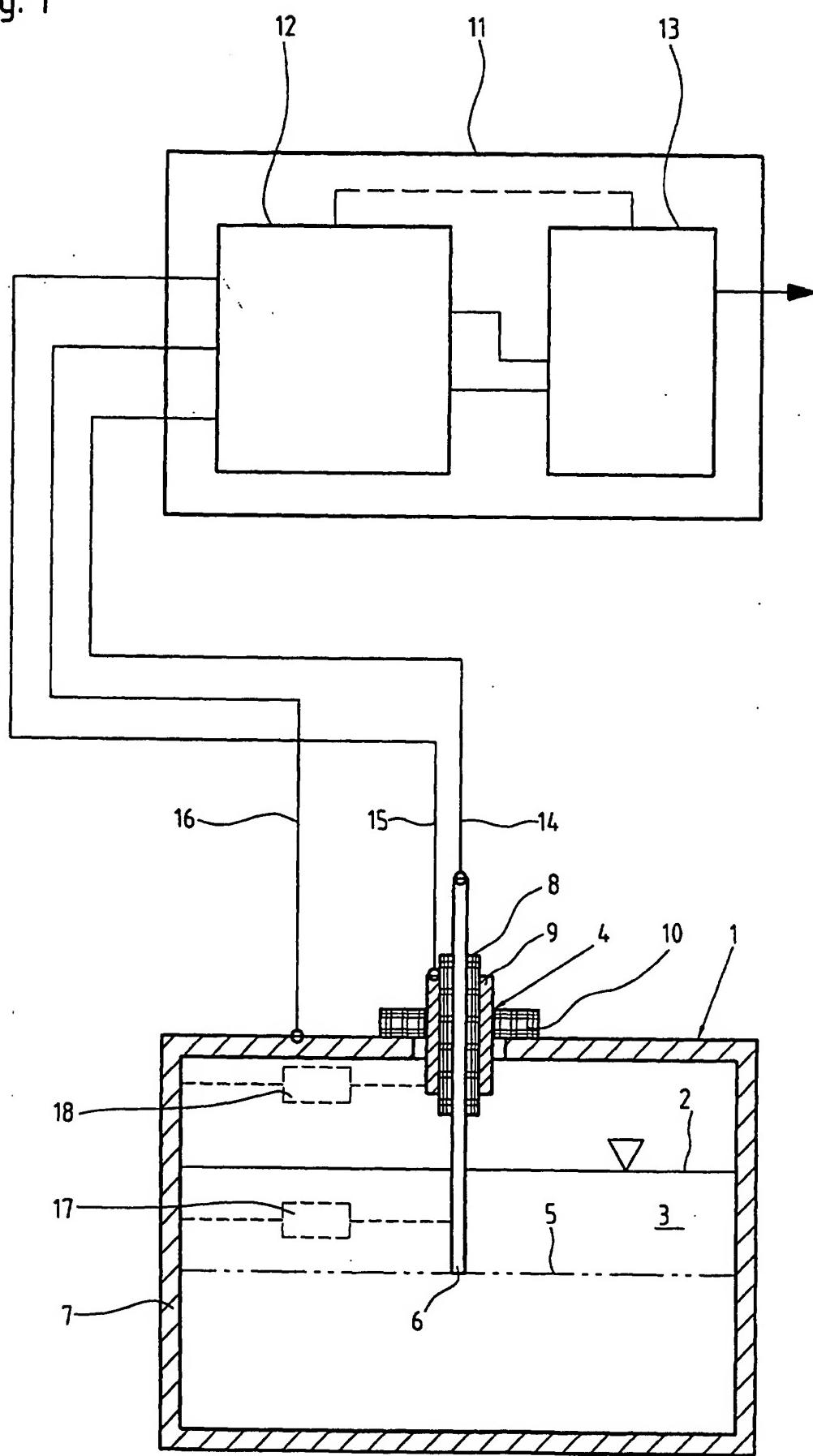
Patentansprüche

1. Messwandler für Füllstandssensoren, die eine Mess- 20
elektrode und eine Kompensationselektrode aufweisen,
die zur Überwachung von Grenzwertunterschreitungen
des Füllstandes einer elektrisch leitenden Flüssigkeit
beide mit einer Gegenelektrode zusammenwirken, mit 25
– einer Mess-Schaltung für den Anschluss der
Messelektrode, der Kompensationselektrode und
der Gegenelektrode und
– einer an die Mess-Schaltung angeschlossenen Auswerteeinrichtung zur Bildung eines Alarmsignals bei Grenzwertunterschreitung, wobei 30
– die Mess-Schaltung zwei in Reihe geschaltete Prüfwiderstände aufweist, die einen ersten Zweig einer Brückenschaltung bilden, und
– die Messelektrode, die Kompensationselektrode und die Gegenelektrode so an die Mess-Schaltung angeschlossen sind, dass der sich zwischen der Messelektrode und der Gegenelektrode entsprechend dem Füllstand der elektrisch leitenden Flüssigkeit ausbildende elektrische Messwiderstand mit dem sich zwischen der Kompensationselektrode und der Gegenelektrode ausbildenden elektrischen Kompensationswiderstand in Reihe geschaltet ist und diese beiden Widerstände gemeinsam den zweiten Zweig der Brückenschaltung bilden, 45
dadurch gekennzeichnet, dass
– zwischen den beiden Brückenzweigen (21, 22) eine Diagonalleitung (26) mit einem Prüfschalter (27) vorgesehen ist,
– Steuerungsmittel (13) für den Prüfschalter (27) vorgesehen sind, die außerhalb vorgegebener Prüfzeiten den Prüfschalter (27) schließen und ihn zu vorgegebenen Prüfzeiten öffnen,
– das zwischen beiden Prüfwiderständen (23, 24) 50 gelegene Ende der Diagonalleitung (26) mit dem Grundpotential (25) der Mess-Schaltung (12) verbunden ist,
– die Widerstände (17, 18, 23, 24) der Brückenschaltung so ausgebildet sind, dass bei geschlossenem Prüfschalter (27) die signalbestimmende Brückenverstimmung der Messbrücke durch zweiten Brückenzweig (22) bestimmt wird, während bei geöffnetem Prüfschalter (27) die Brückenverstimmung durch ersten Brückenzweig (21) bestimmt und eine Grenzwertunterschreitung simuliert wird, wobei die Auswerteeinrichtung (13) 55 bei nicht entsprechendem Signal der Mess-Schal-

- tung (12) ein Fehlersignal gibt.
2. Steuergerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
– die Prüfwiderstände (23, 24) im ersten Brückenzweig (21) so gestaltet sind, dass ihre Widerstandswerte in einem Verhältnis stehen, das kleiner ist als das Verhältnis der Widerstandswerte des Messwiderstandes (17) und des Kompensationswiderstandes (18), wenn die Messelektrode (6) und die Kompensationselektrode (9) beide in die Flüssigkeit (3) eingetaucht sind, und
– die Reihenfolge des höheren und des niedrigeren Widerstandswertes in beiden Brückenzweigen (21, 22) konträr ist.
3. Steuergerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass
– der eine Prüfwiderstand (23) einen höheren Widerstandswert aufweist als der Messwiderstand (17) bei eingetauchter Messelektrode (6),
– der andere Prüfwiderstand (24) einen höheren Widerstandswert aufweist als der Kompensationswiderstand (18) bei eingetauchter Kompensationselektrode (9) und
– die Widerstandswerte der Prüfwiderstände (23, 24) um so viel höher sind, dass bei in die Flüssigkeit (3) eingetauchter Messelektrode (6) der zweite Brückenzweig (22) die Brückenverstimmung der Messbrücke dominiert.
4. Steuergerät nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
– beide Brückenzweige (21, 22) an ihren benachbarten Enden miteinander verbunden sind,
– Mittel (30) zur Messung einer ersten Brückenteilspannung zwischen dem Grundpotential (25) und der einen endseitigen Verbindung beider Brückenzweige (21, 22) vorgesehen sind,
– Mittel (31) zur Messung einer zweiten Brückenteilspannung zwischen dem Grundpotential (25) und der anderen endseitigen Verbindung beider Brückenzweige (21, 22) vorgesehen sind,
– ein Summierglied (32) vorgesehen ist, das beide Brückenteilspannungen summiert, und
– die Auswerteeinrichtung (13) zur Signalbildung die Summe beider Brückenteilspannungen durch die an dem dem Messwiderstand (17) nahen Ende gemessene Brückenteilspannung dividiert.
5. Messwandler nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (13) einen Analog-Digital-Wandler (19) für die eingehenden Signalspannungen der Mess-Schaltung (12) und einen Mikroprozessor (20) zur Steuerung des Prüfschalters (20) und zur Signalbildung aufweist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1



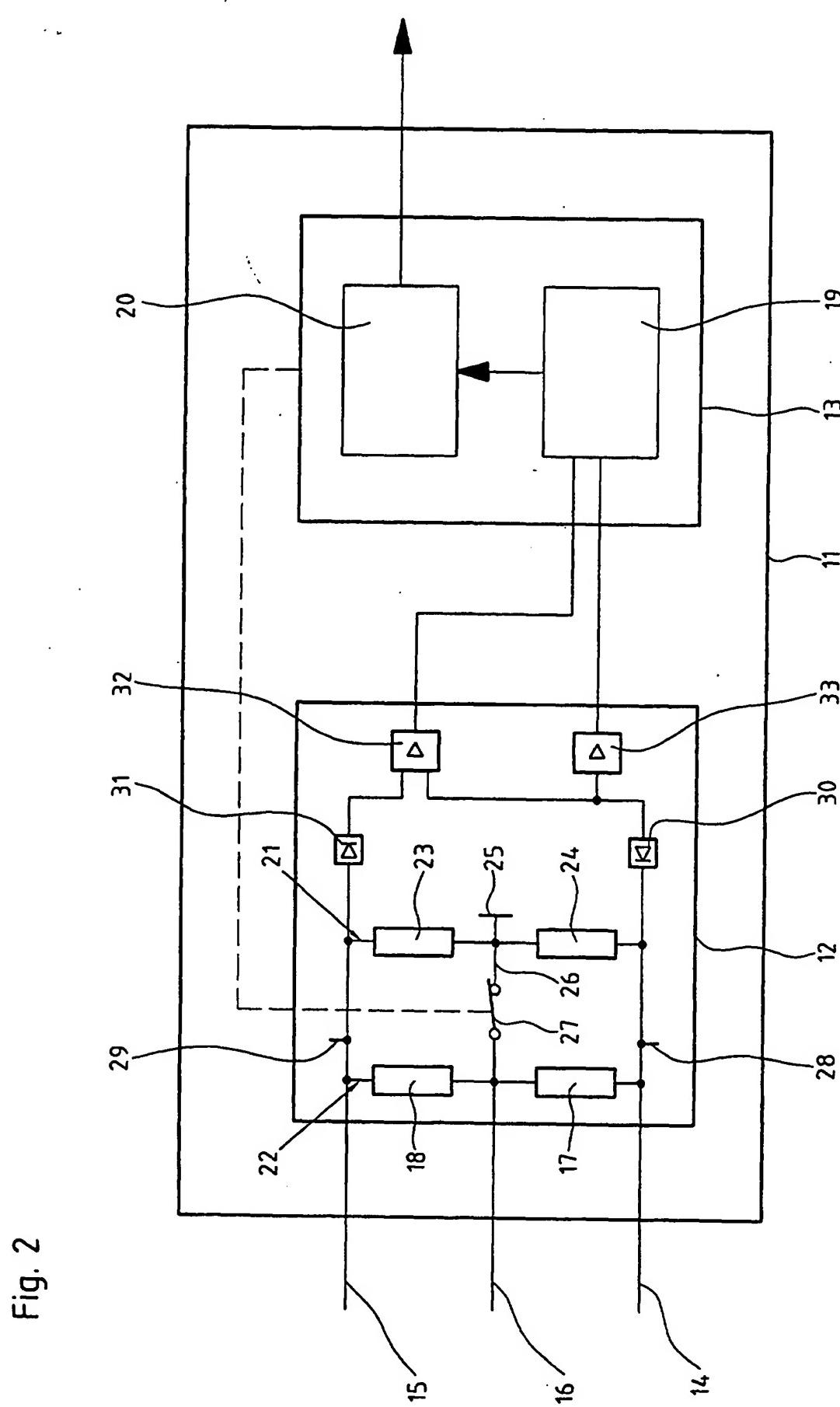


Fig. 2